

**Dialog****MANUFACTURE OF SOLID-STATE IMAGE SENSOR AND THE SENSOR**

**Publication Number:** 11-087675 (JP 11087675 A) , March 30, 1999

**Inventors:**

- FUKUSHO TAKASHI

**Applicants**

- SONY CORP

**Application Number:** 09-254548 (JP 97254548) , September 19, 1997

**Priority:**

- 09190820 [JP 979190820], JP (Japan), July 16, 1997

**International Class:**

- H01L-027/14

**Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a solid-state image sensor for improving the sensitivity by enhancing condensing efficiency to a photodetecting sensor part, and a method for manufacturing the sensor. **SOLUTION:** This method for manufacturing a solid-state image sensor having the steps of forming a photodetecting sensor part 2 formed on a surface layer of a base 1 for photoelectric conversion, and forming a shielding film 12 on the base 1 for preventing incidence of light except for the part 2 comprises the steps of first forming transfer electrodes 5 on the base 1 via an insulating film 4, furthermore forming an interlayer insulating film 6 covering the electrodes 5, then forming a planarized film 7 covering the film 6, thereafter selectively removing through etching only a position which is to become a shielding region for forming the film 12 of the film 7 to form a recess 9, etching side of the electrodes 5 on a periphery of the part 2 to form a groove 11 of a depth arriving at the vicinity of the surface of the base 1, and thereafter embedding a shielding material in a recess 9a and a groove 11 to form the film 12. **COPYRIGHT:** (C)1999,JPO

**JAPIO**

© 2005 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.

Dialog® File Number 347 Accession Number 6146135

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 8 7 6 7 5

(43) 公開日 平成 11 年 (1999) 3 月 30 日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H 0 1 L 27/14

識別記号

F I  
H 0 1 L 27/14

D

審査請求 未請求 請求項の数 1 9 O L

(全 1 0 頁)

(21) 出願番号 特願平 9-254548

(22) 出願日 平成 9 年 (1997) 9 月 19 日

(31) 優先権主張番号 特願平 9-190820

(32) 優先日 平 9 (1997) 7 月 16 日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号

(72) 発明者 福所 孝

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

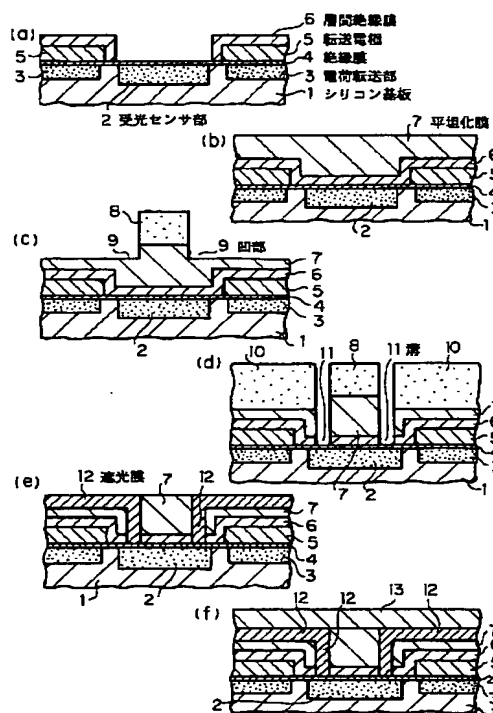
(74) 代理人 弁理士 船橋 國則

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子の製造方法および固体撮像素子

(57) 【要約】

【課題】 受光センサ部への集光効率を高めて感度向上を図った固体撮像素子と、その製造方法の提供が望まれている。

【解決手段】 基体 1 の表層部に光電変換をなす受光センサ部 2 を形成し、基体 1 上に受光センサ部 2 以外に光が入射するのを防ぐための遮光膜 1 2 を形成した固体撮像素子の製造方法である。まず、基体 1 上に絶縁膜 4 を介して転送電極 5 を形成し、さらに転送電極 5 を覆って層間絶縁膜 6 を形成した後、この層間絶縁膜 6 を覆って平坦化膜 7 を形成する。次いで、平坦化膜 7 の、遮光膜 1 2 を形成するための遮光領域となる箇所のみを選択的にエッチング除去して凹部 9 を形成するとともに、受光センサ部 2 の周辺部上でかつ転送電極 5 の側方をエッチングして基体 1 表面近傍にまで達する深さの溝 1 1 を形成する。その後、凹部 9 および溝 1 1 の内部に遮光膜材料を埋め込んで遮光膜 1 2 を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基体の表層部に光電変換をなす受光センサ部を形成し、基体上に前記受光センサ部以外に光が入射するのを防ぐための遮光膜を形成した固体撮像素子の製造方法において、

基体上に絶縁膜を介して転送電極を形成し、さらに該転送電極を覆って層間絶縁膜を形成した後、この層間絶縁膜を覆って平坦化膜を形成する工程と、

前記平坦化膜の、前記遮光膜を形成するための遮光領域となる箇所のみを選択的にエッチング除去して凹部を形成する工程と、

前記平坦化膜の、前記受光センサ部の周辺部上でかつ前記転送電極の側方をエッチングして前記基体表面近傍にまで達する深さの溝を形成する工程と、

前記凹部および溝の内部に遮光膜材料を埋め込んで遮光膜を形成する工程と、を備えたことを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項 2】 前記凹部および溝の内部に遮光膜材料を埋め込んで遮光膜を形成する工程が、凹部および溝の内部に遮光膜材料を埋め込んだ後、研磨法あるいはエッチバック法によって前記受光センサ部の直上部分における受光領域上の遮光膜材料を選択的に除去し、遮光膜を形成する工程であることを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 3】 前記遮光膜材料としてリフローの可能な材料を用い、該遮光膜材料を埋め込んで遮光膜を形成する際、自己リフロー的に成膜し、あるいは成膜後熱処理を行うことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 4】 前記絶縁膜が少なくともシリコン窒化膜を含んで形成され、前記平坦化膜がシリコン酸化膜からなることを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 5】 前記遮光膜の形成を、遮光膜材料を CVD 法によって埋め込むことにより行うことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 6】 遮光膜材料として金属材料を用い、遮光膜の形成を固体撮像素子の配線部における金属部分の形成と同時にを行うことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 7】 基体の表層部に光電変換をなす受光センサ部を形成し、基体上に前記受光センサ部以外に光が入射するのを防ぐための遮光膜を形成した固体撮像素子の製造方法において、

基体上に絶縁膜を介して転送電極を形成し、さらに該転送電極を覆って層間絶縁膜を形成した後、この層間絶縁膜を覆って第 1 の平坦化膜を形成する工程と、

前記第 1 の平坦化膜の、前記受光センサ部の周辺部上でかつ前記転送電極の側方をエッチングして前記基体表面近傍にまで達する深さの溝を形成する工程と、

前記溝の内部に遮光膜材料を埋め込んで第 1 の遮光膜を形成する工程と、

前記第 1 の遮光膜を覆って前記第 1 の平坦化膜の上に第 2 の平坦化膜を形成する工程と、

前記第 2 の平坦化膜の、遮光膜を形成するための遮光領域となる箇所のみを選択的にエッチング除去して前記第 1 の遮光膜の上面を外側に臨ませた状態に凹部を形成する工程と、

前記凹部の内部に遮光膜材料を埋め込んで第 2 の遮光膜を形成し、これにより前記第 1 の遮光膜と該第 2 の遮光膜とから遮光膜を得る工程と、を備えたことを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項 8】 前記溝の内部に遮光膜材料を埋め込んで第 1 の遮光膜を形成する工程が、溝の内部に遮光膜材料を埋め込んだ後、研磨法あるいはエッチバック法によって溝内部以外の遮光膜材料を選択的に除去し、第 1 の遮光膜を形成する工程であり、

前記凹部の内部に遮光膜材料を埋め込んで遮光膜を形成する工程が、凹部の内部に遮光膜材料を埋め込んだ後、研磨法あるいはエッチバック法によって前記受光センサ部の直上部分における受光領域上の遮光膜材料を選択的に除去し、第 2 の遮光膜を形成する工程であることを特徴とする請求項 7 記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 9】 前記遮光膜材料としてリフローの可能な材料を用い、該遮光膜材料を埋め込んで第 1 の遮光膜、第 2 の遮光膜を形成する際、自己リフロー的に成膜し、あるいは成膜後熱処理を行うことによって形成することを特徴とする請求項 7 記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 10】 前記絶縁膜が少なくともシリコン窒化膜を含んで形成され、前記第 1 の平坦化膜がシリコン酸化膜からなることを特徴とする請求項 7 記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 11】 前記第 1 の遮光膜、第 2 の遮光膜の形成を、遮光膜材料を CVD 法によって埋め込むことにより行うことを特徴とする請求項 7 記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 12】 遮光膜材料として金属材料を用い、第 1 の遮光膜の形成、あるいは第 2 の遮光膜の形成を固体撮像素子の配線部における金属部分の形成と同時にを行うことを特徴とする請求項 7 記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 13】 基体の表層部に光電変換をなす受光センサ部を形成し、基体上に前記受光センサ部以外に光が入射するのを防ぐための遮光膜を形成した固体撮像素子の製造方法において、

基体上に絶縁膜を介して転送電極を形成し、さらに該転送電極を覆って層間絶縁膜を形成した後、この層間絶縁膜を覆って平坦化膜を形成する工程と、

前記平坦化膜の、前記受光センサ部の周辺部上でかつ前記転送電極の側方をエッチングして前記基体表面近傍に

まで達する深さの溝を形成する工程と、  
前記溝の内部に遮光膜材料を埋め込んで第 1 の遮光膜を形成する工程と、  
前記溝の内部に埋め込まれた第 1 の遮光膜に接続した状態に遮光膜材料を成膜する工程と、  
該遮光膜材料をパターンニングして前記第 1 の遮光膜の上端に囲まれた部分を開口してなる第 2 の遮光膜を形成し、これにより前記第 1 の遮光膜と該第 2 の遮光膜とから遮光膜を得る工程と、を備えたことを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項 1 4】 前記溝の内部に遮光膜材料を埋め込んで第 1 の遮光膜を形成する工程が、溝の内部に遮光膜材料を埋め込んだ後、研磨法あるいはエッチバック法によって溝内部以外の遮光膜材料を選択的に除去し、第 1 の遮光膜を形成する工程であることを特徴とする請求項 1 3 記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 1 5】 前記第 1 の遮光膜形成用の遮光膜材料としてリフローの可能な材料を用い、該遮光膜材料を埋め込んで第 1 の遮光膜を形成する際、自己リフロー的に成膜し、あるいは成膜後熱処理を行うことによって形成することを特徴とする請求項 1 3 記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 1 6】 前記絶縁膜が少なくともシリコン窒化膜を含んで形成され、前記平坦化膜がシリコン酸化膜からなることを特徴とする請求項 1 3 記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 1 7】 前記第 1 の遮光膜、第 2 の遮光膜の形成を、遮光膜材料を CVD 法によって埋め込むことにより行うことを特徴とする請求項 1 3 記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 1 8】 遮光膜材料として金属材料を用い、第 1 の遮光膜の形成、あるいは第 2 の遮光膜の形成を固体撮像素子の配線部における金属部分の形成と同時に行うことを特徴とする請求項 1 3 記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 1 9】 基体の表層部に光電変換をなす受光センサ部を形成し、基体上に前記受光センサ部以外に光が入射するのを防ぐための遮光膜を形成した固体撮像素子において、前記遮光膜が、前記受光センサ部の周辺部上でかつ前記転送電極の側方にて該転送電極の側面を覆って形成された第 1 の遮光膜と、転送電極の上面および前記第 1 の遮光膜の上面を覆って形成され、かつその端縁部が前記受光センサ部の直上側に張り出して形成された第 2 の遮光膜と、からなることを特徴とする固体撮像素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、遮光膜を備えた固体撮像素子の製造方法と、受光センサ部への集光効率を高めた固体撮像素子に関する。

【0002】

【従来の技術】CCD（電荷結合素子）を代表する固体撮像素子は、可視光等で形成される像を撮影するものであり、シリコン基板等からなる基体の表層部に光電変換をなす受光センサ部を形成し、基体上に前記受光センサ部以外に光が入射するのを防ぐための遮光膜を形成したものである。このような固体撮像素子においては、通常、遮光膜として金属スパッタ膜が用いられている。すなわち、従来では金属、特に Al がスパッタ法で成膜され、これがフォトリソマスクを用いたドライエッチングによってパターンニングされ、受光センサ部の直上部分を開口し、これ以外の部分を覆う遮光膜に形成されるのである。

【0003】ところで、近年固体撮像素子ではその小型化や画素の高密度化が一層進み、これに伴って受光センサ部領域が縮小され、感度低下やスミア増加などの特性劣化を招いている。感度低下の対策としては、例えばオンチップレンズを設け、受光センサ部での集光効率を高めるといったことが提案され、実施されている。また、スミア対策としては、通常は遮光膜を受光センサ部の直上にまで張り出して形成するといったことがなされている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記のオンチップレンズを設けて集光効率を上げたものにおいても、小型化や画素の高密度化に伴い転送電極等の段差が相対的に大きくなっていることから、スパッタ法による Al で遮光膜を形成した場合にその被覆性が十分とならず、特に下地が急峻段差になっている場合など、十分な遮光を達成できるだけのカバレッジが実現されないことがある。そして、このように画素の高密度化に伴ってカバレッジが不十分になり、遮光機能が十分に達成できなくなると、転送電極への光透過成分が増加してスミア特性の低下を招いてしまう。また、画素の高密度化に伴って受光センサ部領域の段差が大きくなり、これにより開口加工の均一性が悪くなってこれがカバレッジをさらに悪化させてしまい、微小な感度ムラが生じて撮像特性が悪化してしまう。さらに、OPB（オブチカルブラック）の光透過により、クランプミスを起こすおそれも生じてしまう。

【0005】また、遮光膜を受光センサ部の直上にまで張り出して形成したものについては、このように遮光膜を張り出して形成すると当然受光センサ部の開口面積が小さくなってその集光効率が低下してしまい、やはり感度低下を招いてしまつて前述した小型化や画素の高密度化に対応するのが困難になってしまう。

【0006】本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、受光センサ部への集光効率を高めて感度向上を図った固体撮像素子と、その製造方法を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明における請求項 1 記載の固体撮像素子の製造方法では、基体の表層部に光電変換をなす受光センサ部を形成し、基体上に前記受光センサ部以外に光が入射するのを防ぐための遮光膜を形成した固体撮像素子の製造方法において、基体上に絶縁膜を介して転送電極を形成し、さらに該転送電極を覆って層間絶縁膜を形成した後、この層間絶縁膜を覆って平坦化膜を形成する工程と、前記平坦化膜の、前記遮光膜を形成するための遮光領域となる箇所のみを選択的にエッチング除去して凹部を形成する工程と、前記平坦化膜の、前記受光センサ部の周辺部上でかつ前記転送電極の側方をエッチングして前記基体表面近傍にまで達する深さの溝を形成する工程と、前記凹部および溝の内部に遮光膜材料を埋め込んで遮光膜を形成する工程と、を備えたことを前記課題の解決手段とした。

【0008】この製造方法によれば、平坦化膜における遮光領域となる箇所のみ凹部を形成するとともに、受光センサ部の周辺部上でかつ転送電極の側方に基体表面近傍にまで達する深さの溝を形成し、その後、これら凹部および溝の内部に遮光膜材料を埋め込んで遮光膜を形成するので、張り出し部のない遮光膜が形成され、これにより受光センサ部での集光効率が高くなって感度向上が図れる。

【0009】請求項 7 記載の固体撮像素子の製造方法では、基体の表層部に光電変換をなす受光センサ部を形成し、基体上に前記受光センサ部以外に光が入射するのを防ぐための遮光膜を形成した固体撮像素子の製造方法において、基体上に絶縁膜を介して転送電極を形成し、さらに該転送電極を覆って層間絶縁膜を形成した後、この層間絶縁膜を覆って第 1 の平坦化膜を形成する工程と、前記第 1 の平坦化膜の、前記受光センサ部の周辺部上でかつ前記転送電極の側方をエッチングして前記基体表面近傍にまで達する深さの溝を形成する工程と、前記溝の内部に遮光膜材料を埋め込んで第 1 の遮光膜を形成する工程と、前記第 1 の遮光膜を覆って前記第 1 の平坦化膜の上に第 2 の平坦化膜を形成する工程と、前記第 2 の平坦化膜の、遮光膜を形成するための遮光領域となる箇所のみを選択的にエッチング除去して前記第 1 の遮光膜の上面を外側に臨ませた状態に凹部を形成する工程と、前記凹部の内部に遮光膜材料を埋め込んで第 2 の遮光膜を形成し、これにより前記第 1 の遮光膜と該第 2 の遮光膜とから遮光膜を得る工程と、を備えたことを前記課題の解決手段とした。

【0010】この製造方法によれば、第 1 の平坦化膜における受光センサ部の周辺部上でかつ転送電極の側方に基体表面近傍にまで達する深さの溝を形成してこの溝の内部に遮光膜材料を埋め込んで第 1 の遮光膜を形成し、次いで、第 2 の平坦化膜における遮光領域となる箇所のみ凹部を形成し、その後、この凹部の内部に遮光膜材

料を埋め込んで第 2 の遮光膜を形成し、これにより前記第 1 の遮光膜と該第 2 の遮光膜とから遮光膜を得るので、特に溝の内部に埋め込まれた第 1 の遮光膜によって張り出し部のない遮光膜が形成され、これにより受光センサ部での集光効率が高くなって感度向上が図れる。

【0011】請求項 1 3 記載の固体撮像素子の製造方法では、基体の表層部に光電変換をなす受光センサ部を形成し、基体上に前記受光センサ部以外に光が入射するのを防ぐための遮光膜を形成した固体撮像素子の製造方法において、基体上に絶縁膜を介して転送電極を形成し、さらに該転送電極を覆って層間絶縁膜を形成した後、この層間絶縁膜を覆って平坦化膜を形成する工程と、前記平坦化膜の、前記受光センサ部の周辺部上でかつ前記転送電極の側方をエッチングして前記基体表面近傍にまで達する深さの溝を形成する工程と、前記溝の内部に遮光膜材料を埋め込んで第 1 の遮光膜を形成する工程と、前記溝の内部に埋め込まれた第 1 の遮光膜に接続した状態に遮光膜材料を成膜する工程と、該遮光膜材料をパターンニングして前記第 1 の遮光膜の上端に囲まれた部分を開口してなる第 2 の遮光膜を形成し、これにより前記第 1 の遮光膜と該第 2 の遮光膜とから遮光膜を得る工程と、を備えたことを前記課題の解決手段とした。

【0012】この製造方法によれば、平坦化膜における受光センサ部の周辺部上でかつ転送電極の側方に基体表面近傍にまで達する深さの溝を形成してこの溝の内部に遮光膜材料を埋め込んで第 1 の遮光膜を形成し、次いで、この第 1 の遮光膜に接続した状態に遮光膜材料を成膜しさらに該遮光膜材料をパターンニングして前記第 1 の遮光膜の上端に囲まれた部分を開口してなる第 2 の遮光膜を形成し、これにより前記第 1 の遮光膜と該第 2 の遮光膜とから遮光膜を得るので、特に溝の内部に埋め込まれた第 1 の遮光膜によって張り出し部のない遮光膜が形成され、これにより受光センサ部での集光効率が高くなって感度向上が図れる。

【0013】請求項 1 9 記載の固体撮像素子では、基体の表層部に光電変換をなす受光センサ部を形成し、基体上に前記受光センサ部以外に光が入射するのを防ぐための遮光膜を形成した固体撮像素子において、前記遮光膜が、前記受光センサ部の周辺部上でかつ前記転送電極の側方にて該転送電極の側面を覆って形成された第 1 の遮光膜と、転送電極の上面および前記第 1 の遮光膜の上面を覆って形成され、かつその端縁部が前記受光センサ部の直上側に張り出して形成された第 2 の遮光膜と、からなることを前記課題の解決手段とした。

【0014】この固体撮像素子によれば、遮光膜が、受光センサ部の周辺部上でかつ転送電極の側方にて該転送電極の側面を覆って形成された第 1 の遮光膜と、転送電極の上面および前記第 1 の遮光膜の上面を覆って形成され、かつその端縁部が前記受光センサ部の直上側に張り出して形成された第 2 の遮光膜とからなるので、特に溝

の内部に埋め込まれた第 1 の遮光膜によって基体表面側には張り出し部のない遮光膜が形成され、これにより受光センサ部の開口面積が大きくなって集光効率が高くなる。また、第 2 の遮光膜に受光センサ部の直上側に張り出してなる張り出し部を設けたことにより、受光センサ部上で反射した光が再度この張り出し部で反射して受光センサ部に入射し、これにより一層集光効率が高くなる。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳しく説明する。図 1 (a) ~ (f) は本発明における請求項 1 記載の固体撮像素子の製造方法の一実施形態例を工程順に説明するための図であり、図 1 (a) ~ (f) 中符号 1 はシリコン基板（基体）である。この例では、まず、従来と同様にして図 1 (a) に示すようにシリコン基板 1 の表層部に受光センサ部 2、電荷転送部 3、チャネルストップ（図示略）、読み出し部（図示略）をそれぞれ形成するとともに、シリコン基板 1 表面に絶縁膜 4 を形成し、さらに該絶縁膜 4 上に転送電極 5、層間絶縁膜 6 を形成する。

【0016】具体的には、まずシリコン基板 1 中にイオン注入等によって不純物を注入しさらにこれを拡散させ、電荷転送部 3、チャネルストップ（図示略）、読み出し部（図示略）をそれぞれ形成する。次に、熱酸化法や CVD 法によってシリコン基板 1 表面にシリコン酸化膜、シリコン窒化膜、シリコン酸化膜の積層膜からなる ONO 構造の絶縁膜 4 を形成する。なお、この絶縁膜 4 については ONO 構造のものに代えてシリコン酸化膜の単層構造としてもよいが、その場合には、このシリコン酸化膜の上に、後述する溝加工のエッチングの際のエッチングストップとして機能するシリコン窒化膜を形成しておくのが好ましい。

【0017】次に、CVD 法によりポリシリコンを成膜し、さらにこのポリシリコン膜（図示略）を公知のレジスト技術、リソグラフィ技術、エッチング技術によりパターンニングし、転送電極 5 を形成する。続いて、形成した転送電極 5 をマスクにしてイオン注入等によって不純物を注入しさらにこれを拡散させ、受光センサ部 2 を自己整合的に形成する。なお、この受光センサ部 2 の形成については、前記の電荷転送部 3、チャネルストップ、読み出し部の形成時にこれらの形成に前後してあるいは同時に形成してもよい。

【0018】次いで、HTO 法や TEOS を原料とする減圧 CVD 法などにより、転送電極 5 を覆った状態に  $\text{SiO}_2$  等からなる層間絶縁膜 6 を形成する。なお、この転送電極 4 の形成については、転送電極構造が二層である場合には前記工程を 2 回繰り返す、三層以上である場合にはその層数分だけ繰り返す。

【0019】このようにしてシリコン基板 1 上に転送電極 5、層間絶縁膜 6 を形成したら、図 1 (b) に示すよ

うにこれらを覆って平坦化膜 7 を形成する。この平坦化膜 7 としては、自己平坦性の高い高密度プラズマ CVD 法による  $\text{SiN}$  や  $\text{SiO}$  膜、あるいは  $\text{O}_3$  - TEOS CVD 膜、BPSG CVD 膜、SOG 膜等が用いられ、これらは成膜された後、リフロー処理等によって十分な平坦度を有する平坦化膜 7 とされる。

【0020】次いで、この平坦化膜 7 を、公知のレジスト技術、リソグラフィ技術、エッチング技術により図 1 (c) に示すようにレジストパターン 8 をマスクにしてパターンニングし、遮光膜を形成するための遮光領域となる箇所のみを選択的にエッチング除去して凹部 9 を形成する。続いて、図 1 (d) に示すように前記レジストパターン 8 と新たに形成したレジストパターン 10 とをマスクにし、あるいはレジストパターン 8 を一旦除去した後新たに形成したレジストパターンをマスクにして平坦化膜 7 を再度パターンニングし、前記受光センサ部 2 の周辺部上でかつ前記転送電極 5 の側方をエッチングして前記シリコン基板 1 表面にまで達する深さの溝 11 を形成する。ここで、レジストパターン 10 の合わせ精度については、図 1 (d) に示した溝 11 の幅寸法に納まる範囲であればよい。

【0021】また、溝 11 のエッチングにあたっては、平坦化膜 7 が  $\text{SiO}$  系である場合に、前述したように ONO 構造の絶縁膜 4 におけるシリコン窒化膜をエッチングストップとして機能させることができ、また、平坦化膜 7 が  $\text{SiN}$  系である場合に、絶縁膜 4 中のシリコン酸化膜をエッチングストップとして機能させることができる。したがって、このように絶縁膜 4 をエッチングストップとすることにより、溝 11 についてはその深さをシリコン基板 1 表面にほぼ到達する深さとなるように精度良く形成することができる。

【0022】このようにして凹部 9、溝 11 を形成したら、前記レジストパターン 8、10 を除去し、その後、これら凹部 9 および溝 11 の内部に遮光膜材料を埋め込む。そして、このようにして埋め込んだ遮光膜材料に化学機械研磨法（CMP 法）あるいはエッチバック法を施し、図 1 (e) に示すように受光センサ部 2 の直上部分における受光領域上の遮光膜材料を選択的に除去し、遮光膜 12 を形成する。ここで、遮光膜材料としてはリフローの可能な金属材料、具体的には  $\text{Al}$ （あるいは  $\text{Al-Si}$  等の合金またはその化合物）、 $\text{W}$ （あるいはその合金またはその化合物）、 $\text{Cu}$ （あるいは  $\text{Cu-Si}$  等の合金またはその化合物）などの高段差被覆性を有する金属材料が好適に用いられる。また、その埋め込みにあたっては、埋め込み性が良くカバレッジに優れた CVD 法で自己リフロー的に埋め込み成膜される。なお、自己リフローが不十分な場合には、遮光膜材料を埋め込み成膜した後、熱処理を行ってリフロー処理を施すようにしてもよい。

【0023】このようにリフロー可能な金属材料を用い

てこれをCVD法で埋め込み成膜し、さらにリフローを行うことにより、凹部9、溝11の内部には遮光膜材料がボイドを生じることなく確実に埋め込まれ、かつ得られた遮光膜材料からなる膜はその表面が十分に平坦化したものとなる。したがって、この膜にCMP法あるいはエッチバック法を施し、遮光膜12を形成することにより、得られた遮光膜12は転送電極5の上面側および側面側を共に確実に覆ったものとなる。なお、このような遮光膜12の形成に際しては、これと同時に、すなわち同一のプロセスにより、製造する固体撮像素子の配線部（図示略）における金属部分の形成を行い、固体撮像素子の製造プロセスの簡略化を図る。

【0024】このようにして遮光膜12を形成したら、図1（f）に示すように従来と同様にプラズマCVD法でP-SiN膜などを遮光膜12を覆った状態に形成し、これをパッシベーション膜13とする。その後、必要に応じて従来と同様に平坦化膜（図示略）を形成し、さらにその上にカラーフィルタ（図示略）、オンチップレンズ（図示略）を形成し、固体撮像素子を得る。

【0025】このような固体撮像素子の製造方法にあつては、平坦化膜7における遮光領域となる箇所のみ凹部9を形成するとともに、受光センサ部2の周辺部上でかつ転送電極5の側方にシリコン基板1表面にまで達する深さの溝11を形成し、その後、これら凹部9および溝11の内部に遮光膜材料を埋め込んで遮光膜12を形成するので、得られた遮光膜12が受光センサ部2の直上にて張り出し部のないものとなり、これにより受光センサ部2での集光効率を高くすることができ、よって感度の向上を図ることができるとともに、スミア特性の向上も図ることができる。

【0026】また、リフロー可能な金属材料からなる遮光膜材料をCVD法で埋め込み成膜し、さらにリフローを行うようにしたので、凹部9、溝11の内部に埋め込まれて形成された遮光膜12が、転送電極5の上面側および側面側を共に確実に覆い、かつボイドのないものとなる。したがって、該遮光膜12がその機能を十分に発揮して転送電極5に光が入射するのを確実に防ぐことができ、これによりスミア特性を向上することができる。

【0027】さらに、溝11をシリコン基板1表面にまで達する深さに形成し、この溝11を埋め込んで遮光膜12を形成したので、入射光が受光センサ部2の表面で反射してシリコン基板1表面と遮光膜12の下端との間に入り込み、そのまま転送電極5に入射するのを抑えることができ、これによりスミア特性をより一層向上することができる。

【0028】また、遮光膜12の形成を、凹部9および溝11のエッチング加工と遮光膜材料の埋め込みと、CMP法あるいはエッチバック法とで行うことから、開口加工が均一になって遮光膜12の形状およびそのカバレッジ性を均一にすることができ、これにより微小な感度

ムラを抑えることができる。また、特に平坦化膜7をCVD法によるBPSGやP-SiNから形成すれば、水素化を促進してダーク成分の低減化を図ることができ、これにより撮像面のダーク画質を向上することができる。

【0029】なお、図1（a）～（f）に示した実施形態例では、凹部9を形成した後、この凹部9内に溝11を形成するようにしたが、本発明はこれに限定されことなく、先に溝11を、受光センサ部2の周辺部上でかつ転送電極5の側方に形成し、その後、この溝11の内側あるいはこれを含んだ状態で遮光領域となる箇所のみを選択的にエッチング除去し、凹部9を形成するようにしてもよい。

【0030】図2（a）～（f）は本発明における請求項7記載の固体撮像素子の製造方法の一実施形態例を工程順に説明するための図である。図2（a）～（f）に示した製造方法が図1（a）～（f）に示した製造方法と異なるところは、凹部9と溝11とを形成した後、これらに一括して遮光膜材料を埋め込むのではなく、溝を形成してこれに遮光膜材料を埋め込み、その後、凹部を形成してこれに遮光膜材料を埋め込む点にある。

【0031】すなわち、この例においても、まず、図1（a）～（f）に示した例と同様にして図2（a）に示すようにシリコン基板1の表層部に受光センサ部2、電荷転送部3、チャネルストップ（図示略）、読み出し部（図示略）をそれぞれ形成するとともに、シリコン基板1表面に絶縁膜4を形成し、さらに該絶縁膜4上に転送電極5、層間絶縁膜6を形成し、その後この層間絶縁膜6を覆って第1の平坦化膜20を形成する。この第1の平坦化膜20については、先の例に示した平坦化膜7と同様に、リフロー処理等によって十分な平坦度を有する膜となる材質のものが用いられる。

【0032】次いで、図2（b）に示すようにレジストパターン21をマスクにして第1の平坦化膜20をパターニングし、前記受光センサ部2の周辺部上でかつ前記転送電極5の側方をエッチングして前記シリコン基板1表面にまで達する深さの溝22を形成する。そして、レジストパターン21を除去した後、溝22の内部に遮光膜材料を埋め込み、さらにこの埋め込んだ遮光膜材料に化学機械研磨法（CMP法）あるいはエッチバック法を施し、図2（c）に示すように溝22内のみ遮光膜材料を残してこれから第1の遮光膜23を形成する。

【0033】ここで、遮光膜材料としては、先に示した例と同様にリフローの可能な金属材料が好適に用いられる。また、その埋め込みにあたっては、埋め込み性が良くカバレッジに優れたCVD法で自己リフロー的に埋め込み成膜される。なお、自己リフローが不十分な場合には、遮光膜材料を埋め込み成膜した後、熱処理を行ってリフロー処理を施すようにしてもよい。

【0034】このようにして第1の遮光膜23を形成し

たら、図 2 (d) に示すように、この第 1 の遮光膜 2 3 を覆って前記第 1 の平坦化膜 2 0 の上に第 2 の平坦化膜 2 4 を形成する。この第 2 の平坦化膜 2 4 についても、前記第 1 の平坦化膜 2 0 と同様に、リフロー処理等によって十分な平坦度を有する膜となる材質のものが用いられる。

【0035】続いて、図 2 (e) に示すようにこの第 2 の平坦化膜 2 4 上にレジストパターン 2 5 を形成し、さらにこのレジストパターン 2 5 をマスクにして遮光膜を形成するための遮光領域となる箇所のみを選択的にエッチング除去し、前記第 1 の遮光膜 2 3 の上面を外側に臨ませた状態に凹部 2 6 を形成する。ここで、凹部 2 6 については、その内側面の位置が前記第 1 の遮光膜 2 3 の受光センサ部 2 の中心側の側面の位置より、少し受光センサ部 2 の中心側に張り出すように、前記レジストパターン 2 5 のパターニングを行っておく。

【0036】そして、レジストパターン 2 5 を除去した後、凹部 2 6 の内部に遮光膜材料を埋め込み、さらにこの埋め込んだ遮光膜材料に化学機械研磨法 (CMP 法) あるいはエッチバック法を施し、図 2 (f) に示すように凹部 2 6 内にも遮光膜材料を残してこれから第 2 の遮光膜 2 7 を形成し、これにより前記第 1 の遮光膜 2 3 と該第 2 の遮光膜 2 7 とから遮光膜 2 8 を得る。

【0037】このようにして遮光膜 2 8 を形成すると、第 1 の遮光膜 2 3 は転送電極 5 の側面側を覆うとともに、受光センサ部 2 の周辺部上において筒状をなすものとなり、一方、第 2 の遮光膜 2 7 は、転送電極 5 の上面側を覆うとともに、その端縁部が前記受光センサ部 2 の直上側に張り出す張り出し部 2 7 a を形成したものとなる。

【0038】なお、この第 2 の遮光膜 2 7 形成に用いる遮光膜材料としても、第 1 の遮光膜 2 3 形成に用いたものと同様に、リフローの可能な金属材料が好適に用いられる。また、その埋め込みにあっても、第 1 の遮光膜 2 3 の場合と同様に、CVD 法で自己リフロー的に埋め込み成膜される。さらに、第 1 の遮光膜 2 3 あるいは第 2 の遮光膜 2 7 の形成に際しては、いずれかの処理と同時に、すなわち同一のプロセスにより、製造する固体撮像素子の配線部 (図示略) における金属部分の形成を行い、固体撮像素子の製造プロセスの簡略化を図る。

【0039】このようにして遮光膜 2 8 を形成したら、先に示した例と同様に P-SiN 膜などからパッシベーション膜 (図示略) を形成し、さらにその上に平坦化膜 (図示略)、カラーフィルタ (図示略)、オンチップレンズ (図示略) をこの順に形成して本発明における請求項 1 9 記載の発明の一実施形態例となる固体撮像素子を得る。

【0040】このようにして得られた固体撮像素子にあっては、遮光膜 2 8 が第 1 の遮光膜 2 3 と第 2 の遮光膜 2 7 とからなるので、特に溝 2 2 の内部に埋め込まれた

第 1 の遮光膜 2 3 がシリコン基板 1 の表面側に張り出し部を形成しないことにより、受光センサ部 2 の開口面積を大きくして集光効率を高くすることができる。また、第 2 の遮光膜 2 7 に受光センサ部 2 の直上側に張り出す張り出し部 2 7 a を設けたので、受光センサ部 2 上で反射した光を再度この張り出し部 2 7 a で反射させて受光センサ部 2 に入射させることができ、これにより集光効率を一層高くすることができる。よって、このように集光効率を高めることができることにより、この固体撮像素子は感度が向上したものとなる。

【0041】また、このような固体撮像素子の製造方法にあっては、溝 2 2 の内部に遮光膜材料を埋め込んで第 1 の遮光膜 2 3 を形成することにより、シリコン基板 1 の表面側に張り出し部のない遮光膜 2 8 を形成することができ、これにより受光センサ部 2 での集光効率を高くして感度向上を図ることができるとともに、スミア特性の向上も図ることができる。また、第 2 の遮光膜 2 7 に受光センサ部 2 の直上側に張り出す張り出し部 2 7 a を形成するようにしたので、受光センサ部 2 上で反射した光を再度この張り出し部 2 7 a で反射させて受光センサ部 2 に入射させることができ、これにより集光効率を一層高くして感度向上を図ることができる。

【0042】また、この製造方法においても、リフロー可能な金属材料からなる遮光膜材料を CVD 法で埋め込み成膜し、さらにリフローを行うようにしたので、溝 2 2、凹部 2 6 の内部に埋め込まれて形成された第 1 の遮光膜 2 3 と第 2 の遮光膜 2 7 とからなる遮光膜 2 8 が、転送電極 5 の上面側および側面側を共に確実に覆い、かつボイドのないものとなる。したがって、該遮光膜 2 8 がその機能を十分に発揮して転送電極 5 に光が入射するのを確実に防ぐことができ、これによりスミア特性を向上することができる。

【0043】さらに、溝 2 2 をシリコン基板 1 表面にまで達する深さに形成し、この溝 2 2 を埋め込んで遮光膜 2 8 (第 1 の遮光膜 2 3) を形成したので、入射光が受光センサ部 2 の表面で反射してシリコン基板 1 表面と遮光膜 2 8 の下端との間に入り込み、そのまま転送電極 5 に入射するのを抑えることができ、これによりスミア特性をより一層向上することができる。

【0044】また、第 1 の遮光膜 2 3 および第 2 の遮光膜 2 7 の形成を、溝 2 2 および凹部 2 6 のエッチング加工と遮光膜材料の埋め込みと、CMP 法あるいはエッチバック法とで行うことから、開口加工が均一になって遮光膜 2 8 の形状およびそのカバレッジ性を均一にすることができ、これにより微小な感度ムラを抑えることができる。また、特に第 1 の平坦化膜 2 3 を CVD 法による BPSG や P-SiN から形成すれば、水素化を促進してダーク成分の低減化を図ることができ、これにより撮像面のダーク画質を向上することができる。

【0045】なお、図 2 (a) ~ (f) に示した実施形



態例では、第 2 の遮光膜 2 7 に張り出し部 2 7 a を設けたが、本発明はこれに限定されることなく、第 2 の遮光膜の側端面と第 1 の遮光膜 2 3 の受光センサ部 2 中心側の面とを略面一にするようにしてもよい。

【0046】図 3 (a) ~ (c) は本発明における請求項 1 3 記載の固体撮像素子の製造方法の一実施形態例を工程順に説明するための図である。図 3 (a) ~ (c) に示した製造方法が図 2 (a) ~ (f) に示した製造方法と異なるところは、溝を形成してこれに遮光膜材料を埋め込み、第 1 の遮光膜を形成した後、再度遮光膜材料を堆積してこれを成膜・加工し、第 2 の遮光膜を形成する点にある。

【0047】すなわち、この例においても、まず、図 2 (a)、(b) に示したように、シリコン基板 1 の表層部に受光センサ部 2、電荷転送部 3、チャネルストップ (図示略)、読み出し部 (図示略) をそれぞれ形成するとともに、シリコン基板 1 表面に絶縁膜 4 を形成し、さらに該絶縁膜 4 上に転送電極 5、層間絶縁膜 6 を形成し、その後この層間絶縁膜 6 を覆って平坦化膜 2 0 を形成する。次いで、レジストパターン 2 1 をマスクにして平坦化膜 2 0 をパターンニングし、前記受光センサ部 2 の周辺部上でかつ前記転送電極 5 の側方をエッチングして前記シリコン基板 1 表面にまで達する深さの溝 2 2 を形成する。そして、レジストパターン 2 1 を除去した後、溝 2 2 の内部に遮光膜材料を埋め込み、さらにこの埋め込んだ遮光膜材料に化学機械研磨法 (CMP 法) あるいはエッチバック法を施し、図 3 (a) に示すように溝 2 2 内にのみ遮光膜材料を残してこれから第 1 の遮光膜 2 3 を形成する。

【0048】このようにして第 1 の遮光膜 2 3 を形成したら、図 3 (b) に示すように溝 2 2 の内部に埋め込まれた第 1 の遮光膜 2 3 に接続した状態で全面に遮光膜材料を成膜し、遮光層 3 0 を形成する。続いて、公知のレジスト技術、リソグラフィ技術によってレジストパターン (図示略) を形成する。次いで、このレジストパターンをマスクにしてこの遮光層 3 0 をパターンニングし、図 3 (c) に示すように第 1 の遮光膜 2 3 の上端に囲まれた部分を開口してなる第 2 の遮光膜 3 1 を形成する。そして、これにより前記第 1 の遮光膜 2 3 と第 2 の遮光膜 3 1 とから遮光膜 3 2 を得る。

【0049】このようにして遮光膜 3 1 を形成すると、図 2 (a) ~ (f) に示した先の例と同様に、第 1 の遮光膜 2 3 は転送電極 5 の側面側を覆うとともに、受光センサ部 2 の周辺部上において筒状をなすものとなり、一方、第 2 の遮光膜 3 1 は、転送電極 5 の上面側を覆うとともに、その端縁部が前記受光センサ部 2 の直上側に張り出す張り出し部 3 1 a を形成したものとなる。

【0050】そして、このような遮光膜 3 2 の形成後レジストパターン (図示略) を除去し、さらに、先に示した例と同様に P-SiN 膜などからパッシベーション膜

(図示略) を形成し、その上に平坦化膜 (図示略)、カラーフィルタ (図示略)、オンチップレンズ (図示略) をこの順に形成して本発明における請求項 1 9 記載の発明の他の実施形態例となる固体撮像素子を得る。

【0051】このようにして得られた固体撮像素子であっても、遮光膜 3 2 が第 1 の遮光膜 2 3 と第 2 の遮光膜 3 1 とからなるので、特に溝 2 2 の内部に埋め込まれた第 1 の遮光膜 2 3 がシリコン基板 1 の表面側に張り出し部を形成しないことにより、受光センサ部 2 の開口面積を大きくして集光効率を高くすることができる。また、第 2 の遮光膜 3 1 に受光センサ部 2 の直上側に張り出す張り出し部 3 1 a を設けたので、受光センサ部 2 上で反射した光を再度この張り出し部 3 1 a で反射させて受光センサ部 2 に入射させることができ、これにより集光効率を一層高くすることができる。よって、このように集光効率を高めることができることにより、この固体撮像素子は感度が向上したものとなる。

【0052】また、このような固体撮像素子の製造方法であっても、先の例と同様の効果を得ることができる。例えば、溝 2 2 の内部に遮光膜材料を埋め込んで第 1 の遮光膜 2 3 を形成することにより、シリコン基板 1 の表面側に張り出し部のない遮光膜 2 8 を形成することができ、これにより受光センサ部 2 での集光効率を高くして感度向上を図ることができるとともに、スミア特性の向上も図ることができる。また、第 2 の遮光膜 3 1 に受光センサ部 2 の直上側に張り出す張り出し部 3 1 a を形成するようにしたので、受光センサ部 2 上で反射した光を再度この張り出し部で反射させて受光センサ部 2 に入射させることができ、これにより集光効率を一層高くして感度向上を図ることができる。

【0053】なお、図 3 (a) ~ (c) に示した実施形態例でも、第 2 の遮光膜 3 1 に張り出し部 3 1 a を設けたが、本発明はこれに限定されることなく、第 2 の遮光膜の側端面と第 1 の遮光膜 2 3 の受光センサ部 2 中心側の面とを略面一にするようにしてもよい。

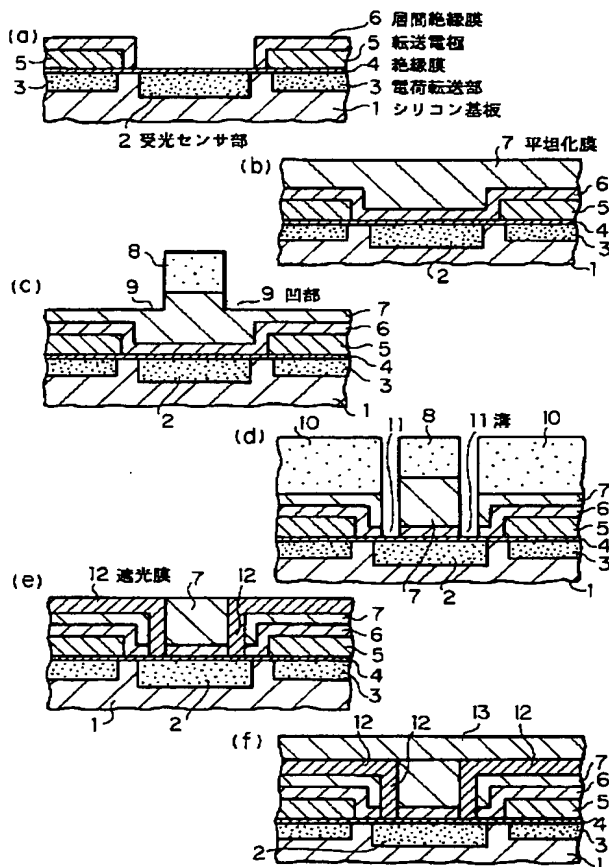
【0054】

【発明の効果】以上説明したように、本発明における請求項 1 記載の発明の固体撮像素子の製造方法は、平坦化膜における遮光領域となる箇所にもみ凹部を形成するとともに、受光センサ部の周辺部上でかつ転送電極の側方に基体表面近傍にまで達する深さの溝を形成し、その後、これら凹部および溝の内部に遮光膜材料を埋め込んで遮光膜を形成する方法であるから、得られる遮光膜が受光センサ部の直上にて張り出し部のないものとなり、これにより受光センサ部での集光効率を高くすることができ、よって感度の向上を図ることができるとともに、スミア特性の向上も図ることができる。したがって、固体撮像素子の小型化や画素の高密度化を進めることができ、これにより HD (High definition) 用途などの民生用の小型ビデオカメラの製造に好適な方法となる。

【0055】請求項7記載の発明の固体撮像素子の製造方法、および請求項13記載の発明の固体撮像素子の製造方法は、共に、溝の内部に遮光膜材料を埋め込んで第1の遮光膜を形成するようにしたものであるから、基体の表面側に張り出し部のない遮光膜を形成することができ、これにより受光センサ部での集光効率を高くして感度向上を図ることができるとともに、スミア特性の向上も図ることができる。

【0056】請求項19記載の発明の固体撮像素子は、遮光膜が第1の遮光膜と第2の遮光膜とからなるものであり、特に溝の内部に埋め込まれた第1の遮光膜が基体の表面側に張り出し部を形成しないものであるから、受光センサ部の開口面積が大きくなって集光効率が高くなる。また、第2の遮光膜に受光センサ部の直上側に張り出す張り出し部が設けられているので、受光センサ部上で反射した光が再度この張り出し部で反射して受光センサ部に入射し、これにより集光効率が一層高くなる。よって、このように集光効率が高まることから、この固体撮像素子は感度が向上したものとなり、これにより小型

【図1】



化や画素の高密度化に対応し得るものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)～(f)は本発明における請求項1記載の固体撮像素子の製造方法の一実施形態例を工程順に説明するための要部側断面図である。

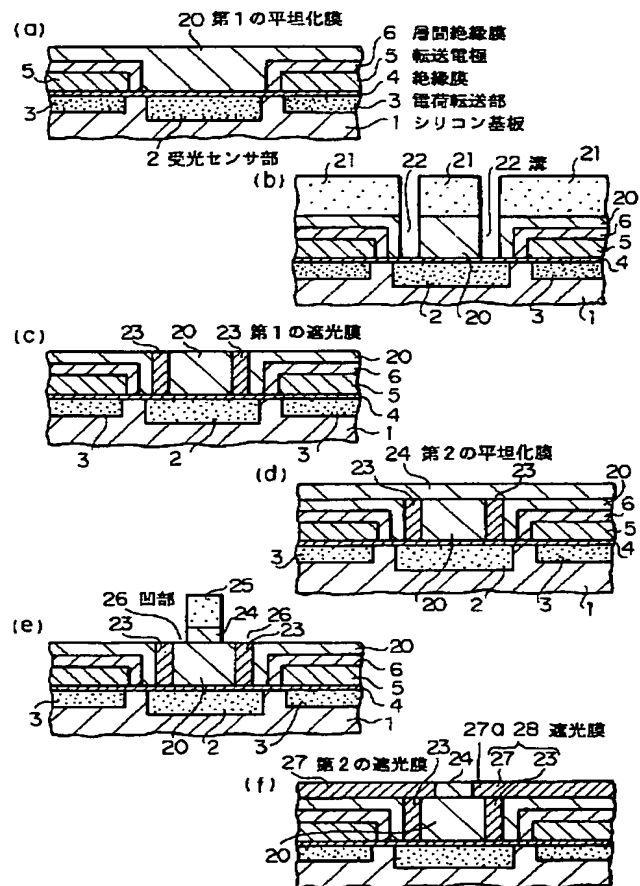
【図2】(a)～(f)は本発明における請求項7記載の固体撮像素子の製造方法の一実施形態例を工程順に説明するための要部側断面図である。

【図3】(a)～(c)は本発明における請求項13記載の固体撮像素子の製造方法の一実施形態例を工程順に説明するための要部側断面図である。

【符号の説明】

1…シリコン基板(基体)、2…受光センサ部、3…電荷転送部、4…絶縁膜、5…転送電極、6…層間絶縁膜、7…平坦化膜、9、26…凹部、11、22…溝、12、28、32…遮光膜、20…第1の平坦化膜(平坦化膜)、23…第1の遮光膜、24…第2の平坦化膜、27、31…第2の遮光膜、30…遮光層

【図2】



【図 3】

